

②

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number.: 2003-242510
 (43)Date of publication of application : 29.08.2003

(51)Int.Cl. G06T 7/00
 G10L 15/10
 H04N 5/76
 H04N 5/91

(21)Application number : 2002-035559

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>

(22)Date of filing : 13.02.2002

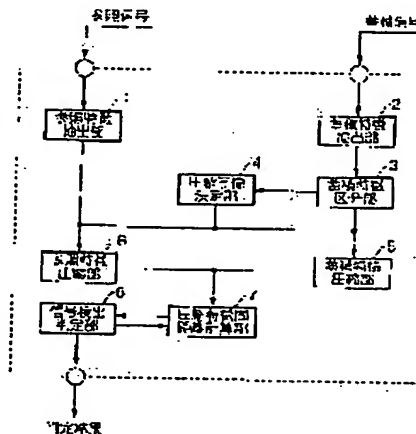
(72)Inventor : KIMURA SHOGO
 KAYANO KUNIO
 KUROZUMI TAKAYUKI
 MURASE HIROSHI

(54) SIGNAL RETRIEVAL DEVICE, SIGNAL RETRIEVAL METHOD, SIGNAL RETRIEVAL PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM WITH SIGNAL RETRIEVAL METHOD PROGRAM STORED THEREIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a signal retrieval device for performing a high-speed signal retrieval.

SOLUTION: This device comprises a means for deriving a feature sequence from a reference signal; a means for setting an observation window in an accumulation signal and guiding a feature sequence from a signal within the observation signal; a means for classifying each feature sequence derived by repeatedly performing the deriving while shifting the observation window; a means for determining a map for calculating a lower level feature than the feature sequence from each classified feature sequence; a means for calculating a feature of a lower level than that of the feature sequence corresponding to each classified feature sequence on the basis of the obtained map; a means for calculating a feature of a lower level than that of the feature sequence corresponding to the obtained feature sequence on the basis of the obtained map; a means for calculating the distance between the derived compressed feature sequence and compressed feature sequence; and a means for comparing the derived distance with a retrieval threshold that is the threshold corresponding to the distance, thereby judging whether the reference signal is present in the position concerned of the accumulation signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-242510
(P2003-242510A)

(43) 公開日 平成15年8月29日 (2003.8.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)
G 0 6 T 7/00	3 0 0	G 0 6 T 7/00	3 0 0 D 5 C 0 5 2 3 0 0 F 5 C 0 5 3
G 1 0 L 15/10		H 0 4 N 5/76	B 5 D 0 1 5
H 0 4 N 5/76		5/91	N 5 L 0 9 6
5/91		G 1 0 L 3/00	5 3 1 E
審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 15 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-35559 (P2002-35559)

(22) 出願日 平成14年2月13日 (2002.2.13)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(72) 発明者 木村 昭悟
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 柏野 邦夫
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武 (外2名)

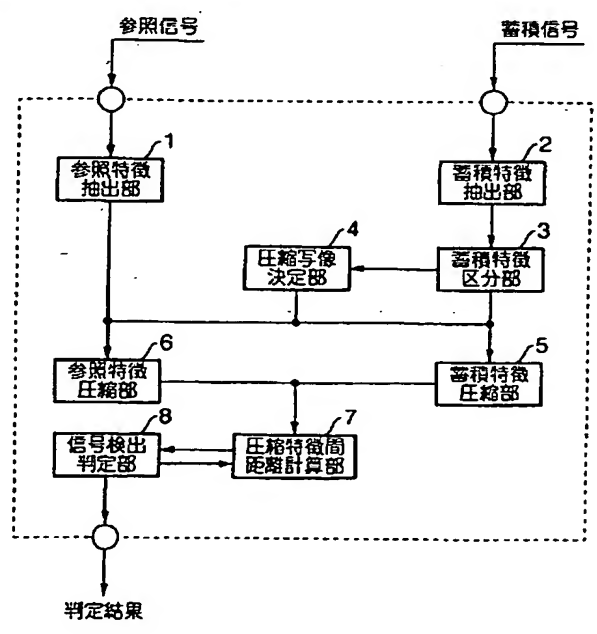
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号検索装置、信号検索方法、信号検索プログラム及び信号検索プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 高速な信号検索を行う信号検索装置を提供する。

【解決手段】 参照信号から特徴系列を導く手段と、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く手段と、注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する手段と、得られた区分後の各特徴系列から特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための画像を決定する手段と、得られた区分後の各特徴系列に対応する特徴系列よりも低次元の特徴を、得られた画像に基づいて算出する手段と、得られた特徴系列に対応する特徴系列よりも低次元の特徴を、得られた画像に基づいて算出する手段と、導かれた圧縮特徴系列と圧縮特徴系列との距離を計算する手段と、導かれた距離と距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が蓄積信号の当該箇所是否存在するかを判定する手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索装置であって、

前記信号検索装置は、

参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出部と、

蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出部と、

前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する蓄積特徴区分部と、

前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定部と、

前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定部で得られた写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮部と、

前記参照特徴抽出部で得られた特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定部で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮部と、前記蓄積特徴圧縮部で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮部で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算部と、

前記圧縮特徴間距離計算部で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを判定する信号検出判定部と、

を備えたことを特徴とする信号検索装置。

【請求項2】 前記信号検索装置は、前記圧縮特徴間距離計算部から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算部をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の信号検索装置。

【請求項3】 前記信号検索装置は、前記信号検出判定部において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該箇所について、前記参照特徴抽出部で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算部と、前記距離再計算部で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するか否かを再判定する信号検出再判定部と、をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の信号検索装置。

【請求項4】 前記蓄積特徴圧縮部は、前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮写像決定部で得られた写像によって写像する蓄積特徴写像部と、前記蓄積特徴写像部において導かれた圧縮特徴系列につ

いて、前記蓄積特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算部とからなり、

前記参照特徴圧縮部は、

前記参照特徴抽出部で得られた特徴系列を、前記圧縮写像決定部で得られた写像によって写像する参照特徴写像部と、

前記参照特徴写像部で導かれた圧縮特徴系列について、前記参照特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算部とからなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の信号検索装置。

【請求項5】 前記参照特徴抽出部および前記蓄積特徴抽出部は、

特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の信号検索装置。

【請求項6】 前記圧縮写像決定部は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の信号検索装置。

【請求項7】 蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索方法であって、

前記信号検索方法は、

参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出過程と、

蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出過程と、

前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する蓄積特徴区分過程と、

前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定過程と、

前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮過程と、

前記参照特徴抽出過程で得られた特徴系列に対応する、

前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮過程と、

前記蓄積特徴圧縮過程で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮過程で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算過程と、

前記圧縮特徴間距離計算過程で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを判定する信号検出判定過程と、

を備えたことを特徴とする信号検索方法。

【請求項8】 前記信号検索方法は、

前記圧縮特徴間距離計算過程から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算過程をさらに備えたことを特徴とする請求項7に記載の信号検索方法。

【請求項9】 前記信号検索方法は、前記信号検出判定過程において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、前記参照特徴抽出過程で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算過程と、前記距離再計算過程で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するか否かを再判定する信号検出再判定過程と、をさらに備えたことを特徴とする請求項7または8に記載の信号検索方法。

【請求項10】 前記蓄積特徴圧縮過程は、前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像によって写像する蓄積特徴写像過程と、前記蓄積特徴写像過程において導かれた圧縮特徴系列について、前記蓄積特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算過程とからなり、前記参照特徴圧縮過程は、前記参照特徴抽出過程で得られた特徴系列を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像によって写像する参照特徴写像過程と、前記参照特徴写像過程で導かれた圧縮特徴系列について、前記参照特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算過程とからなることを特徴とする請求項7ないし9のいずれかに記載の信号検索方法。

【請求項11】 前記参照特徴抽出過程および前記蓄積特徴抽出過程は、特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の信号検索方法。

【請求項12】 前記圧縮写像決定過程は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする請求項7ないし11のいずれかに記載の信号検索方法。

【請求項13】 蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索プログラムであって、前記信号検索プログラムは、参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出処理と、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出処理と、前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた

各特徴系列を区分する蓄積特徴区分処理と、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定処理と、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定処理で得られた写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮処理と、前記参照特徴抽出処理で得られた特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定処理で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮処理と、前記蓄積特徴圧縮処理で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮処理で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算処理と、前記圧縮特徴間距離計算処理で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを判定する信号検出判定処理と、をコンピュータに行わせることを特徴とする信号検索プログラム。

【請求項14】 前記信号検索プログラムは、前記圧縮特徴間距離計算処理から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算処理をさらにコンピュータに行わせることを特徴とする請求項13に記載の信号検索プログラム。

【請求項15】 前記信号検索プログラムは、前記信号検出判定処理において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、前記参照特徴抽出処理で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算処理と、前記距離再計算処理で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するか否かを再判定する信号検出再判定処理と、をさらにコンピュータに行わせることを特徴とする請求項13または14に記載の信号検索プログラム。

【請求項16】 前記蓄積特徴圧縮処理は、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮写像決定処理で得られた写像によって写像する蓄積特徴写像処理と、前記蓄積特徴写像処理において導かれた圧縮特徴系列について、前記蓄積特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算処理とからなり、前記参照特徴圧縮処理は、前記参照特徴抽出処理で得られた特徴系列を、前記圧縮写像決定処理で得られた写像によって写像する参照特徴写像処理と、前記参照特徴写像処理で導かれた圧縮特徴系列について

て、前記参照特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算処理とからなることを特徴とする請求項13ないし15のいずれかに記載の信号検索プログラム。

【請求項17】 前記参照特徴抽出処理および前記蓄積特徴抽出処理は、

特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする請求項13ないし16のいずれかに記載の信号検索プログラム。

【請求項18】 前記圧縮写像決定処理は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする請求項13ないし17のいずれかに記載の信号検索プログラム。

【請求項19】 請求項13ないし18のいずれかに記載の信号検索プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、信号系列の中から、あらかじめ登録した信号と類似した信号の場所を探し出すのに適した信号検索装置、信号検索方法、信号検索プログラム及び信号検索プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から放送等の音響信号の中から特定のコマーシャルが放映された時刻を検出し自動記録したり、特定のテーマソングを検出してビデオ録画を開始したり停止したりすることを可能とするための信号検出技術が知られている。また、この信号検出技術は、放送から拍手音の発せられた時刻や、笑い声の発せられた時刻などを自動的に監視したり、特定のシーンを検索したりすることを可能とする技術にも用いられる。さらに、この信号検出技術は、音響信号だけではなく、映像信号など一般の信号の検出に応用することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の信号検索方法としては、「高速信号探索方法、装置及びその記録媒体」（特許第3065314号）のように、あらかじめ登録された信号と類似した信号の場所を探し出す高速信号探索方法が知られている。しかし、この方法では、極めて膨大な信号に対しては、十分短い時間内に類似した信号を探し出すことができないという問題がある。

【0004】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、従来の方法よりも計算効率の良い信号検索の処理部を提供し、従来の方法に比較して、より少ない照合計算時間で、より高速な信号検索を行うことができる信号検索装置、信号検索方法、信号検索プログラム及び信号検索プログラムを記録した記録媒体を提供すること

を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索装置であって、前記信号検索装置は、参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出部と、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出部と、前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する蓄積特徴区分部と、前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定部と、前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定部で得られた写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮部と、前記参照特徴抽出部で得られた特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定部で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮部と、前記蓄積特徴圧縮部で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮部で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算部と、前記圧縮特徴間距離計算部で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを判定する信号検出判定部とを備えたことを特徴とする。

【0006】請求項2に記載の発明は、前記信号検索装置は、前記圧縮特徴間距離計算部から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算部をさらに備えたことを特徴とする。

【0007】請求項3に記載の発明は、前記信号検索装置は、前記信号検出判定部において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、前記参照特徴抽出部で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算部と、前記距離再計算部で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するか否かを再判定する信号検出再判定部とをさらに備えたことを特徴とする。

【0008】請求項4に記載の発明は、前記蓄積特徴圧縮部は、前記蓄積特徴区分部で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮写像決定部で得られた写像によって写像する蓄積特徴写像部と、前記蓄積特徴写像部において導かれた圧縮特徴系列について、前記蓄積特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算部とからなり、前記参照特徴圧縮部は、前記参照特徴抽出部で得られた特徴系列を、前記圧縮写像決定部で得ら

れた写像によって写像する参照特徴写像部と、前記参照特徴写像部で導かれた圧縮特徴系列について、前記参照特徴抽出部で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算部とからなることを特徴とする。

【0009】請求項5に記載の発明は、前記参照特徴抽出部および前記蓄積特徴抽出部は、特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする。

【0010】請求項6に記載の発明は、前記圧縮写像決定部は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする。

【0011】請求項7に記載の発明は、蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所是否存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索方法であって、前記信号検索方法は、参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出過程と、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出過程と、前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する蓄積特徴区分過程と、前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定過程と、前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮過程と、前記参照特徴抽出過程で得られた特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮過程と、前記蓄積特徴圧縮過程で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮過程で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算過程と、前記圧縮特徴間距離計算過程で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所是否存在するかどうかを判定する信号検出判定過程とを備えたことを特徴とする。

【0012】請求項8に記載の発明は、前記信号検索方法は、前記圧縮特徴間距離計算過程から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算過程をさらに備えたことを特徴とする。

【0013】請求項9に記載の発明は、前記信号検索方法は、前記信号検出判定過程において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、前記参照特徴抽出過程で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算過程と、前記距離再計算過程で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該

箇所是否存在するかどうかを再判定する信号検出再判定過程とをさらに備えたことを特徴とする。

【0014】請求項10に記載の発明は、前記蓄積特徴圧縮過程は、前記蓄積特徴区分過程で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像によって写像する蓄積特徴写像過程と、前記蓄積特徴写像過程において導かれた圧縮特徴系列について、前記蓄積特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算過程とからなり、前記参照特徴圧縮過程は、前記参照特徴抽出過程で得られた特徴系列を、前記圧縮写像決定過程で得られた写像によって写像する参照特徴写像過程と、前記参照特徴写像過程で導かれた圧縮特徴系列について、前記参照特徴抽出過程で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算過程とからなることを特徴とする。

【0015】請求項11に記載の発明は、前記参照特徴抽出過程および前記蓄積特徴抽出過程は、特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする。

【0016】請求項12に記載の発明は、前記圧縮写像決定過程は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする。

【0017】請求項13に記載の発明は、蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所是否存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索プログラムであって、前記信号検索プログラムは、参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出処理と、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出処理と、前記注目窓をずらしながら繰り返し行うことで導かれた各特徴系列を区分する蓄積特徴区分処理と、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列から、前記特徴系列よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定処理と、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列に対応する、前記特徴系列よりも低次元の特徴を、前記圧縮写像決定処理で得られた写像に基づいて算出する参照特徴圧縮処理と、前記蓄積特徴圧縮処理で導かれた圧縮特徴系列と、前記参照特徴圧縮処理で導かれた圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算処理と、前記圧縮特徴間距離計算処理で導かれた距離と、前記距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所是否存在するかどうかを判定する信号検出判定処理とをコンピュータに行わせることを特徴とする。

【0018】請求項14に記載の発明は、前記信号検索プログラムは、前記圧縮特徴間距離計算処理から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算処理をさらにコンピュータに行わせることを特徴とする。

【0019】請求項15に記載の発明は、前記信号検索プログラムは、前記信号検出判定処理において参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、前記参照特徴抽出処理で導かれた特徴系列と、前記蓄積特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する距離再計算処理と、前記距離再計算処理で導かれた距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するか否かを再判定する信号検出再判定処理とをさらにコンピュータに行わせることを特徴とする。

【0020】請求項16に記載の発明は、前記蓄積特徴圧縮処理は、前記蓄積特徴区分処理で得られた区分後の各特徴系列を、前記圧縮画像決定処理で得られた画像によって写像する蓄積特徴写像処理と、前記蓄積特徴写像処理において導かれた圧縮特徴系列について、前記蓄積特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する蓄積射影距離計算処理とからなり、前記参照特徴圧縮処理は、前記参照特徴抽出処理で得られた特徴系列を、前記圧縮画像決定処理で得られた画像によって写像する参照特徴写像処理と、前記参照特徴写像処理で導かれた圧縮特徴系列について、前記参照特徴抽出処理で導かれた特徴系列との距離を計算する参照射影距離計算処理とからなることを特徴とする。

【0021】請求項17に記載の発明は、前記参照特徴抽出処理および前記蓄積特徴抽出処理は、特徴を予め定めた方法で分類して、分類毎の度数分布表であるヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを新たな特徴とみなして出力することを特徴とする。

【0022】請求項18に記載の発明は、前記圧縮画像決定処理は、主成分分析によって代表的な特徴を抽出することを特徴とする。

【0023】請求項19に記載の発明は、請求項13ないし18のいずれかに記載の信号検索プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録したことを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による信号検索装置を図面を参照して説明する。本発明では、様々な処理対象信号を用いることができるが、以下の説明では、処理対象信号の一例として、音響信号及び映像信号を用いるものとする。＜第1の実施形態＞図1は第1実施形態の構成を示すブロック図である。この図において、符号1は、参照信号から特徴系列を導く参照特徴抽出部である。符号2は、蓄積信号に注目窓を設定し、注目窓内の信号から特徴系列を導く蓄積特徴抽出部であ

る。符号3は、注目窓をずらしながら蓄積特徴抽出部2の処理を繰り返して行うことで出力された各特徴系列を区分する蓄積特徴区分部である。符号4は、蓄積特徴区分部3から出力された区分後の各特徴系列から、特徴よりも低次元の特徴を算出するための写像を決定する圧縮写像決定部である。符号5は、蓄積特徴区分部3から出力された区分後の各特徴系列に対応する、特徴よりも低次元の特徴を、圧縮写像決定部4から出力された写像に基づいて算出する蓄積特徴圧縮部である。符号6は、参照特徴抽出部1から出力された特徴系列に対応する、特徴よりも低次元の特徴を、圧縮写像決定部4から出力された写像に基づいて算出する参照特徴圧縮部である。符号7は、蓄積特徴圧縮部5から出力された圧縮特徴系列と、参照特徴圧縮部6から出力された圧縮特徴系列との距離を計算する圧縮特徴間距離計算部である。符号8は、圧縮特徴間距離計算部7から出力された距離と、距離に対応する閾値である検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを判定する信号検出判定部である。

【0025】図1に示す信号検索装置は、参照信号すなわち見本となる検索したい音響信号もしくは映像信号と、蓄積信号すなわち検索される音響信号もしくは映像信号を入力とし、参照信号との距離が予め設定した値（これを検索閾値という）が θ_1 を下回る蓄積信号中の箇所を出力するものである。

【0026】次に、図4～16を参照して、図1に示す信号検索装置の動作を説明する。なお、以下では、説明を簡単にするために、注目窓の長さを参照信号と同一とした場合について説明するが、「高速信号探索方法、装置及びその記録媒体」（特許第3065314号）に記載されているように注目窓を時間的に分割する場合にも同様に適用できる。

【0027】初めに、図4を参照して全体の動作フローを説明する。各処理の詳細な動作は後述する。まず、参照特徴抽出部1は、参照特徴抽出処理を行う（ステップS1）。次に、蓄積特徴抽出部2は、蓄積特徴抽出処理を行う（ステップS2）。次に、蓄積特徴区分部3は、蓄積特徴区分処理を行う（ステップS3）。次に、圧縮写像決定部4は、圧縮写像決定処理を行う（ステップS4）。次に、蓄積特徴圧縮部5は、蓄積特徴圧縮処理を行う（ステップS5）。次に、参照特徴圧縮部6は、参照特徴圧縮処理を行う（ステップS6）。次に、処理対象を蓄積信号の先頭にする（ステップS7）。次に、圧縮特徴間距離計算部7は、圧縮特徴間距離計算処理を行う（ステップS8）。次に、信号検出判定部8は、信号検出判定処理を行う（ステップS9）。次に、スキップ幅計算部9は、スキップ幅計算処理を行う（ステップS10）。次に、距離再計算部13は、距離再計算処理を行う（ステップS11）。次に、信号検出再判定部14は、信号検出再判定処理を行う（ステップS12）。続

いて、処理対象の現在位置が蓄積信号の終点であるかを判断し（ステップS13）、蓄積信号の終点が検出されるまで、ステップS8～S12の処理を繰り返し実行する。そして、蓄積信号の終点までの処理が終了した時点で検索結果を出力する（ステップS14）。

【0028】次に、図5を参照して、図4に示す参照特徴抽出処理（ステップS1）の詳細を説明する。図5は、参照特徴抽出部1の動作を示すフローチャートである。まず、参照特徴抽出部1は、与えられた参照信号を読み込む（ステップS11）。続いて参照特徴抽出部1は、読み込んだ参照信号に対して特徴抽出を行う（ステップS12）。そして、特徴ベクトルをベクトル量子化する（ステップS13）。

【0029】ここでは、対象の信号が音響信号の場合に抽出する特徴としてスペクトル特徴を用いる。スペクトル特徴抽出は、音響信号に対して、帯域通過フィルタによって行うことができる。例えば、テレビやラジオ等の放送音響信号から15秒程度の音響信号を検索したい場合、特徴抽出の具体的な設定を次のようにすると、良い結果が得られる。すなわち、7個の帯域通過フィルタを用い、それらの中心周波数を対数軸上で等間隔に設定し、60ミリ秒程度の時間長の分析窓を10ミリ秒ずつ移動させながら、分析窓内の各帯域通過フィルタの出力の自乗の平均値を計算し、得られた7個の値を一組にして7次元特徴ベクトルとする。この場合特徴ベクトルは10ミリ秒ごとに1つ得られる。

【0030】一方、映像信号に対しては、特徴として色特徴を用いる。例えば、テレビ等の放送映像信号から15秒程度の映像信号を検索したい場合、特徴抽出の具体的な設定を次のようにすると、良い結果が得られる。すなわち、映像を構成する各画像を縦に2分割、横に3分割し、各分割においてRGB値を計算し、各分割で得られたRGB3個の値、合計18個の値を一組にして18次元特徴ベクトルとする。映像が1秒当たり30枚の画像で構成されている場合、特徴ベクトルは30分の1秒ごとに1つ得られる。

【0031】続いて、特徴ベクトルの時系列から、特徴ベクトルのヒストグラムを作成する（ステップ14）。ヒストグラムは、特徴ベクトルをベクトル量子化を用いて符号化することによって作成する。例えば、ベクトル量子化の符号語数が512であれば、ヒストグラム全体のビン（区間）の数は512となり、各特徴ベクトルは、この512個のビンのうちどれか1つに分類されることになる。そして、得られたヒストグラムを出力する（ステップS15）。以下の説明において、参照信号から作成されたヒストグラムを参照ヒストグラムと称する。

【0032】次に、図6を参照して、図4に示す蓄積特徴抽出処理（ステップS2）の詳細を説明する。図6は、蓄積特徴抽出部1の動作を示すフローチャートであ

る。まず、蓄積特徴抽出部2は、予め蓄積されている音響信号もしくは映像信号、すなわち蓄積信号を読み込む（ステップS16）。次に、蓄積特徴抽出部2は、読み込んだ蓄積信号の先頭に対して注目窓を設定する（ステップS17）。初めに、参照特徴抽出部1に与えられた参照信号と同じ長さの注目窓を設定する。

【0033】続いて、蓄積特徴抽出部2は、注目窓内の蓄積信号に対して特徴抽出を行う（ステップS18）。特徴抽出は、参照特徴抽出部1において行った処理と同一処理を行う。さらに、蓄積特徴抽出部2は、注目窓内の特徴ベクトルの時系列から、特徴ベクトルのヒストグラムを作成する（ステップS19、S20）。ヒストグラムの作成方法は、参照特徴抽出部1で行ったものと同じの方法によって行う。そして、蓄積特徴抽出部2は、処理の開始時において蓄積信号の先頭に設定した注目窓を順次1特徴ベクトルずつずらしながら（ステップS22）、ステップS18～S20の処理を、蓄積信号の終端まで繰り返し実行し（ステップS1）、得られた蓄積ヒストグラム系列を出力する（ステップS23）。以下の説明においては、蓄積信号から作成された各ヒストグラムを蓄積ヒストグラムと称する。

【0034】次に、図7を参照して、図4に示す蓄積特徴区分処理（ステップS3）の詳細を説明する。図7は、蓄積特徴区分部3の動作を示すフローチャートである。まず、蓄積特徴区分部3は、蓄積特徴抽出部2から出力される蓄積ヒストグラムの系列を読み込む（ステップS24）。次に、蓄積特徴区分部3は、このヒストグラム系列を予め与えられた分割数に従って分割する。分割の方法は各種考えられるが、ここでは最も単純に、等分割する（ステップS25）。続いて、蓄積特徴区分部3は、分割した蓄積ヒストグラム系列を出力する（ステップS26）。

【0035】次に、図8を参照して、図4に示す圧縮画像決定処理（ステップS4）の詳細を説明する。図8は、圧縮画像決定部4の動作を示すフローチャートである。まず、圧縮画像決定部4は、蓄積特徴区分部3から出力される分割されたヒストグラム系列を読み込む（ステップS27）。次に、圧縮画像決定部4は、各ヒストグラム系列に対して、以下に示すKL展開を行い、各分割の主成分を全て抽出する（ステップS28）。

【0036】KL展開は以下の手順によって行われる。初めに、系列内のヒストグラムの平均ヒストグラム及び共分散行列を計算する。ヒストグラム系列

【数1】

$$X^{(i)} = [x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_M^{(i)}] \quad (i=1, 2, \dots, N)$$

に対する共分散行列 $S^{(i)}$ は、以下のように計算される。

【数2】

$$S^{(j)} = \sum_{i=1}^M (x_i^{(j)} - \bar{x}^{(j)}) (x_i^{(j)} - \bar{x}^{(j)})^T$$

ただし、Mは蓄積特徴区分部3で得られる各ヒストグラム系列の長さ、 $x^{(j)}$ は $X^{(j)}$ の平均ヒストグラム、

$(\cdot)^T$ は行列の転置を表す。次に、共分散行列 $S^{(j)}$ ($j=1, 2, \dots, N$)の固有値及び固有ベクトルを求める。以上がKL展開の手順である。

【0037】KL展開によって得られた各固有ベクトルを主成分、各主成分に対応する固有値を全主成分の固有値の合計値で除算した値を、その主成分の寄与率と呼ぶ。次に、圧縮画像決定部4は、寄与率の大きい順に主成分を並べ換え、寄与率の合計値が、予め与えられた寄与閾値を上回るまで、順に主成分を選択していく（ステップS29、S30）。続いて、選択された主成分を基底として、各分割に対応する部分空間を形成し、部分空間への射影をその分割に対する写像とする（ステップS31）。次に、圧縮画像決定部4は、得られた部分空間の集合を出力する（ステップS32）。

【0038】次に、図9～11を参照して、図4に示す蓄積特徴圧縮処理（ステップS5）の詳細を説明する。図9～11は、蓄積特徴圧縮部5の動作を示すフローチャートである。まず、蓄積特徴圧縮部5は、蓄積特徴区分部3から出力される分割されたヒストグラム及び圧縮画像決定部4から出力される部分空間の集合を読み込む（ステップS33）。次に、蓄積特徴圧縮部5は、蓄積特徴写像処理（ステップS34）と、蓄積射影距離計算処理（ステップS35）を実行する。ここで、蓄積特徴写像処理（ステップS34）を図10を参照して説明する。初めに、ステップS33で読み込まれた分割されたヒストグラム及び部分空間の集合を入力する（ステップS37）。次に、系列の各ヒストグラムを、その系列から作成された部分空間へ射影する（ステップS38）。ヒストグラム系列 $X^{(j)}$ から得られた部分空間の基底の集合を

【数3】

$$A^{(j)} = [a_1^{(j)}, a_2^{(j)}, \dots, a_{K(j)}^{(j)}] \quad (j=1, 2, \dots, N)$$

とすると、圧縮ヒストグラム系列

【数4】

$$Y^{(j)} = [y_1^{(j)}, y_2^{(j)}, \dots, y_{M^{(j)}}^{(j)}] \quad (j=1, 2, \dots, N)$$

は以下のように計算される。

【数5】

$$Y^{(j)} = A^{(j)} (X^{(j)} - \bar{X}^{(j)})$$

ただし、Nはヒストグラム系列の分割数、 $K(j)$ は $X^{(j)}$ から得られた部分空間の基底の数、

【数6】

$$\bar{X}^{(j)} = [\bar{x}_1^{(j)}, \bar{x}_2^{(j)}, \dots, \bar{x}_M^{(j)}] \quad (j=1, 2, \dots, N)$$

である。続いて、得られた蓄積圧縮ヒストグラム系列を出力する（ステップS39）。

【0039】次に、蓄積射影距離計算処理（ステップS35）を図11を参照して説明する。まず、蓄積特徴区分部3から出力される分割されたヒストグラム系列、圧縮画像決定部4から出力される部分空間の集合及び蓄積特徴写像処理（ステップS37～S39）によって得られた蓄積圧縮ヒストグラム系列を読み込む（ステップS40）。次に、各ヒストグラムと、それに対応する圧縮ヒストグラムとの距離を以下の式によって計算する。圧縮ヒストグラムを逆射影することにより、ヒストグラムの存在する空間での圧縮ヒストグラムの位置を求める（ステップS41、S42）。

【数7】

$$\bar{X}^{(j)} = A^{(j-1)T} Y^{(j)} + \bar{X}^{(j)}$$

ただし、

【数8】

$$\bar{X}^{(j)} = [\bar{x}_1^{(j)}, \bar{x}_2^{(j)}, \dots, \bar{x}_M^{(j)}] \quad (j=1, 2, \dots, N)$$

であり、各

【数9】

$$\bar{x}_i^{(j)} (i=1, 2, \dots, M)$$

は圧縮ヒストグラム $y_i^{(j)}$ のヒストグラム空間上での位置を表す。

【数10】

$$x_i^{(j)} \text{ と } \bar{x}_i^{(j)}$$

との距離を、ヒストグラムと圧縮ヒストグラムとの距離と定義し、これをヒストグラム $x_i^{(j)}$ の射影距離と呼ぶ。すなわち、 x の射影距離は、ユークリッド距離を用いて以下のように定義される。

【数11】

$$d(x, \bar{x}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2} \quad \text{----- (1)}$$

ただし、 n はヒストグラムの次元数であり、

【数12】

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$

である。

【0040】蓄積特徴写像処理（ステップS37～S39）によって得られた圧縮ヒストグラム $y = (y_1, y_2, \dots, y_K)$ と、これに対応して蓄積射影距離計算処理（ステップS40～S43）によって得られた射影距離

【数13】

$$d(x, \bar{x})$$

から、圧縮特徴 y^* を以下のように構成する。

【数14】

$$y^* = (y_1, y_2, \dots, y_K, d(x, \bar{x})).$$

ただし、 K は圧縮ヒストグラム y の次元数である。

【0041】次に、図12～14を参照して、図4に示

す参照特徴圧縮処理（ステップS6）の詳細を説明する。図12～14は、参照特徴圧縮部6の動作を示すフローチャートである。まず、参照特徴圧縮部6は、参照特徴抽出部1から出力される参照ヒストグラム及び圧縮画像決定部4から出力される部分空間の集合を読み込む（ステップS44）。次に、参照特徴圧縮部5は、参照特徴画像処理（ステップS45）と、参照射影距離計算処理（ステップS46）とを実行する。

【0042】ここで、参照特徴画像処理（ステップS45）を図13を参照して説明する。初めに、ステップS44で読み込まれたヒストグラム及び部分空間の集合を入力する（ステップS48）。次に、参照ヒストグラムを、各部分空間へ射影する（ステップS49）。射影は、蓄積特徴画像処理（ステップS38）と同様の動作により行われる。例えば、蓄積ヒストグラム系列の分割数を $M=1000$ とすると、1000個の圧縮ヒストグラムが作成される。次に、得られた参照圧縮ヒストグラムの集合を出力する（ステップS50）。

【0043】次に、参照射影距離計算処理（ステップS46）を図14を参照して説明する。初めに、参照特徴抽出部1から出力されるヒストグラム、圧縮画像決定部4から出力される部分空間の集合及び参照特徴画像処理（ステップS48～S50）によって得られた圧縮ヒストグラムの集合を読み込む（ステップS51）。次に、

$$d(y_R^*, y_S^*) \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{\sum_{i=1}^K (y_{Ri}^* - y_{Si}^*)^2} = \sqrt{d(y_R, y_S)^2 + \{d(x_R, \bar{x}_R) - d(x_S, \bar{x}_S)\}^2} \quad \text{----- (2)}$$

ただし、 x_R は参照ヒストグラム、 x_S は蓄積ヒストグラム、 y_R 及び y_S は x_R 及び x_S に対応する圧縮ヒストグラム、

【数16】

\bar{x}_R 及び \bar{x}_S

は y_R 及び y_S のヒストグラム空間上での位置、 y_{Ri}^* 、及び y_{Si}^* はそれぞれ y_R^* 及び y_S^* の*i*次元目の値であ

$$d(\bar{x}_R, \bar{x}_S) \leq d(y_R, y_S) \leq d(y_R^*, y_S^*) = \min \{d(x_R, x_S)\} \leq d(x_R, x_S).$$

---- (4)

ただし、式(4)中の最小値は、

【数19】

$y_R, y_S, d(x_R, \bar{x}_R)$ 及び $d(x_S, \bar{x}_S)$

が与えられたときの全てのヒストグラムの組(x_R, x_S)に対して取る。式(4)より、主成分分析には、その性質(3)式から、圧縮特徴間の距離値がヒストグラム間の距離の下限值となる特異な効果がある。そして、さらに射影距離を用いることによって、それを用いない場合に比べて、ヒストグラム間の距離のより大きな下限値 $d(y_R^*, y_S^*)$ を得ることができる。次に、圧縮特徴間距離計算部7は、得られた距離の下限値を出力する（ステップS57）。

【0045】次に、図16を参照して、図4に示す信号検出判定処理（ステップS9）の詳細を説明する。図1

ヒストグラムと各圧縮ヒストグラムとの距離、すなわちヒストグラムの射影距離を計算する。圧縮ヒストグラムを逆射影することにより、ヒストグラムの存在する空間での圧縮ヒストグラムの位置を求める（ステップS52, S53）。計算は、蓄積射影距離計算処理と同様の動作によって行われる。続いて、ここで得られた各射影距離を出力する（ステップS54）。次に、参照特徴画像処理によって得られた圧縮ヒストグラムと、それに対応して参照射影距離計算処理によって得られた射影距離から、蓄積特徴圧縮部5と同様にして圧縮特徴を構成する。そして、参照特徴圧縮部6は得られた参照圧縮特徴の集合を出力する（ステップS47）。

【0044】次に、図15を参照して、図4に示す圧縮特徴間距離計算処理（ステップS8）の詳細を説明する。図15は、圧縮特徴間距離計算部7の動作を示すフローチャートである。まず、圧縮特徴間距離計算部7は、蓄積特徴圧縮部5から出力される蓄積圧縮特徴系列及び参照特徴圧縮部6から出力される参照圧縮特徴の集合を読み込む（ステップ55）。次に、圧縮特徴間距離計算部7は、参照圧縮特徴 y_R^* と蓄積圧縮特徴 y_S^* との距離を計算する（ステップS56）。距離 $d(y_R^*, y_S^*)$ は、ユークリッド距離を用いて以下のように定義する。

【数15】

る。KL展開（主成分分析）の性質により、以下の式が成り立つ。

【数17】

$$d(y_R, y_S) = d(\bar{x}_R, \bar{x}_S) \leq d(x_R, x_S) \quad \text{----- (3)}$$

さらに、 $d(y_R^*, y_S^*)$ は、以下の性質を持つ。

【数18】

6は、信号検出判定部8の動作を示すフローチャートである。まず、信号検出判定部8は、圧縮特徴間距離計算部7から出力される距離下限値を読み込む（ステップS58）。次に、距離下限値と、距離尺度であるユークリッド距離に基づいて予め定められた値である検索閾値とを比較する（ステップS59）。この比較の結果、距離値が検索閾値を下回る場合（注目窓を時間方向に分割した場合にあっては、全ての時間分割において距離値が検索閾値を下回ることが判明した場合）、参照信号が、蓄積信号の当該箇所が存在すると判断して、信号検出結果として、蓄積信号に対する時系列中の現在位置を出力する（ステップS60）。

【0046】＜第2の実施形態＞図2は、第2の実施形態における信号検索装置の構成を示すブロック図であ

る。図2に示す信号検索装置が、図1に示す信号検索装置と異なる点は、圧縮特徴間距離計算部7から出力された距離に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動するスキップ幅計算部9が新たに設けられている点である。このスキップ幅計算部9を設けることによって、参照信号すなわち見本となる検索したい音響信号もしくは映像信号と、蓄積信号すなわち検索される音響信号もしくは映像信号を入力とし、参照信号との距離が予め設定した値（これを検索閾値という）が θ_1 を下回る蓄積信号中の箇所を出力する。

【0047】次に、図17を参照して、図2に示す信号検索装置の動作を説明する。図17は、スキップ幅計算部9の動作を示すフローチャートである。まず、スキップ幅計算部9は、圧縮特徴間距離計算部7から出力される距離下限値を読み込む（ステップS61）。次に、検索漏れが生じないことを保証したまま特徴照合、すなわち距離計算を省略できるスキップ幅を計算する（ステップS62）。そして、得られたスキップ幅だけ注目窓をずらす（ステップS63）。以降の処理動作については、第1の実施形態における信号検索装置と同様であるのでここでは説明を省略する。

【0048】ここで、スキップ幅決定の原理を説明する。ヒストグラムは特徴ベクトルの時系列を分類し累積したものであるから、蓄積信号の特徴ベクトルに対する時間窓の移動に伴って、ヒストグラム間の距離値が急激に変化することはない。時間窓の1特徴ベクトル分の移動当たりの距離値の変化率の絶対値は、決して、 $(\sqrt{2})$ を越えない。すなわち、蓄積信号に対する時間窓の先頭が m_1 番目の特徴ベクトルであるときのヒストグラム間の距離値を $d(x_R, x_S(m_1))$ とすると、時間窓が m_2 番目の特徴ベクトルまで移動したときの距離値の下限

【数20】

$$d(x_R, x_S(m_2))$$

は、 $m_1 < m_2 < m_1 + D$ のとき、以下の式で与えられる。

【数21】

$$d(x_R, x_S(m_2)) = d(x_R, x_S(m_1)) - \frac{m_2 - m_1}{\sqrt{2}}, \dots (5)$$

ただし、 D は時間窓の幅を表す。式(4)より、式(5)は以下のように変形される。

【数22】

$$d(x_R, x_S(m_2)) \geq d^*(y_R, y_S(m_1)) - \frac{m_2 - m_1}{\sqrt{2}} \stackrel{\text{def}}{=} d^*, \dots (6)$$

距離値は0を下回らないので、式(6)で与えられる下限値

【数23】

$$d^*$$

が0を下回るときには、0が下限値となる。下限値を検索閾値 θ_1 で、 $m_2 - m_1$ をスキップ可能幅 w で置き換え

ることにより、スキップ可能幅を以下のように求めることができる。

【数24】

$$w = \begin{cases} \text{floor}(\sqrt{2}(d^* - \theta_1)) + 1 & (\text{if } d^* > \theta_1) \\ 1 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ただし、 $\text{floor}(x)$ は、 x を越えない最大の整数を表す。処理の開始時は、圧縮蓄積特徴を、圧縮特徴系列の先頭から取り出していき、処理の過程で、圧縮蓄積特徴を取り出す位置を順次時間方向にずらしながら処理を進めていく。時間方向にずらす量は、スキップ幅計算部9で与えられる。

【0049】＜第3の実施形態＞図3は、第3の実施形態における信号検索装置の構成を示すブロック図である。図3に示す信号検索装置が、図2に示す信号検索装置と異なる点は、信号検出判定部8で参照信号が存在すると判定された蓄積信号の当該場所について、参照特徴抽出部1から出力された特徴系列と、蓄積特徴抽出部2から出力された特徴系列との距離を計算する距離再計算部13と、距離再計算部13から出力された距離と検索閾値とを比較することにより、参照信号が、蓄積信号の当該箇所是否存在するかどうかを再判定する信号検出再判定部14とが新たに設けられている点である。

【0050】この距離再計算部13と、信号検出再判定部14とを設けることによって、参照信号すなわち見本となる検索したい音響信号もしくは映像信号と、蓄積信号すなわち検索される音響信号もしくは映像信号を入力とし、参照信号との距離が予め設定した値（これを検索閾値という）が θ_1 を下回る蓄積信号中の箇所を出力する。

【0051】次に、図18～19を参照して、図3に示す信号検索装置の動作を説明する。ここでは、新たに設けた距離再計算部13と信号検出再判定部14の動作のみを説明する。図18は、距離再計算部13の動作を示すフローチャートである。図19は、信号検出再判定部14の動作を示すフローチャートである。まず、距離再計算部13は、参照特徴抽出部1から出力されるヒストグラム、蓄積特徴抽出部2から出力されるヒストグラム系列及び信号検出判定部8から出力される検出結果を読み込む（ステップS64）。次に、参照信号が存在すると判定された蓄積信号中の箇所に対応する蓄積ヒストグラムに対して、参照ヒストグラムとの距離を計算する（ステップS65）。ヒストグラム間の距離は、ユークリッド距離を用いて式(1)と同様に定義する。そして、求めた距離値を出力する（ステップS66）。

【0052】次に、信号検出再判定部14は、距離再計算部13から出力される距離値を読み込む（ステップS67）。次に、距離値と検索閾値とを比較する（ステップS68）。この比較の結果、距離値が検索閾値を下回る場合（注目窓を時間方向に分割した場合にあっては、

全ての時間分割において距離値が検索閾値を下回ることが判明した場合)は、その参照信号が蓄積信号中に存在したことを意味するので、信号検出結果として、蓄積信号に対する時系列中の現在位置を出力する(ステップS69)。

【0053】なお、図3に示す信号検索装置において、スキップ幅計算部9は、必要に応じて備えていればよく、必要なければ備えていなくてもよい。

【0054】<実験結果>次に、本発明による信号検索装置の動作実験結果を説明する。本発明による信号検索装置の効果を確認するため、まず、24時間の映像信号を蓄積信号とし、無作為に選択した10個の参照信号(15秒間)に対して検索を行い、照合回数及び、参照特徴圧縮部6から信号検出再判定部14に係る処理に要する時間、すなわち参照信号が与えられてからの検索に要する時間(検索時間)を調べた。検索のパラメータは、サンプリング周波数=29.97Hz、画像の分割数=6(縦2分割、横3分割)、ヒストグラムのビン数=256、時間窓の幅=15秒、時間窓分割なし、蓄積ヒストグラム系列の分割数=100、検索閾値=50、寄与閾値=0.975とした。

【0055】本実験の結果を図20に示す。10個の参照信号に対する照合回数の平均は、公知の方法で19433回、本発明の方法で22721回、本発明の方法において蓄積射影距離計算処理及び参照射影距離計算処理を実施せず圧縮ヒストグラムを圧縮特徴とする方法(表中では「射影距離を用いない方法」と記載)で29876回であった。また、10個の参照信号に対する検索実行時間の平均は、公知の方法で165.1ミリ秒、本発明の方法で84.1ミリ秒、本発明の方法において蓄積射影距離計算処理及び参照射影距離計算処理を実施しない方法で95.2ミリ秒であった。

【0056】次に、24時間の音響信号を蓄積信号とし、無作為に選択した10個の参照信号(15秒間)に対して検索を行い、照合回数及び検索時間を調べた。検索のパラメータは、サンプリング周波数=32kHz、帯域フィルタの数=7、周波数分析の分析窓長=60msec、分析窓シフト=10msec、ヒストグラムのビン数=256、時間窓の幅=15秒、時間窓分割なし、蓄積ヒストグラム系列の分割数=1000、検索閾値=70、寄与閾値=0.9とした。

【0057】本実験の結果を図21に示す。10個の参照信号に対する照合回数の平均は、公知の方法で143765回、本発明の方法で241739回、本発明の方法において蓄積射影距離計算処理及び参照射影距離計算処理を実施しない方法で568190回であった。また、10個の参照信号に対する検索実行時間の平均は、公知の方法で1774ミリ秒、本発明の方法で250ミリ秒、本発明の方法において蓄積射影距離計算処理及び参照射影距離計算処理を実施しない方法で679ミリ秒

であった。

【0058】実験結果から明らかなように、公知の方法に比べて照合回数が増加しているが、圧縮特徴を用いて1回の照合に要する時間を大幅に削減することで、同一の検索結果を保証したまま大幅に検索実行時間を削減できることが分かる。

【0059】以上、説明したように、本発明によれば、予め蓄積信号の各部分区間ごとに特徴圧縮を行い、照合計算のコストを大幅に削減させて検索を行うことによって、公知の方法に比較して、より少ない照合計算時間で、より高速な信号検索を行うことができる。

【0060】なお、図1~3における各処理部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより信号探索処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境(あるいは表示環境)も含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ(RAM)のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

【0061】また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク(通信網)や電話回線等の通信回線(通信線)のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であってもよい。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、蓄積信号の任意箇所について、参照信号との距離を計算し、参照信号が、蓄積信号の当該箇所に存在するかどうかを決定することにより、予め登録した蓄積信号から、目的とする参照信号に類似した部分を探し出す信号検索装置において、特徴情報を情報圧縮することにより

検索の高速化を図ることができ、蓄積情報量も削減することができるという効果が得られる。また、従来の方法に比べて、検索漏れが生じないことを保証したまま、特徴の次元を効率的に低く抑えることにより、より高速な信号検出が可能となる。また、同一の検索結果を保証したまま、特徴量の次元を効率的に低く抑えることにより、より高速な信号検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の第2実施形態の構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の第3実施形態の構成を示すブロック図である。

【図4】 本発明による信号検索装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図5】 図1に示す参照特徴抽出部1の動作を示すフローチャートである。

【図6】 図1に示す蓄積特徴抽出部2の動作を示すフローチャートである。

【図7】 図1に示す蓄積特徴区分部3の動作を示すフローチャートである。

【図8】 図1に示す圧縮写像決定部4の動作を示すフローチャートである。

【図9】 図1に示す蓄積特徴圧縮部5の動作を示すフローチャートである。

【図10】 図1に示す蓄積特徴圧縮部5の動作を示すフローチャートである。

【図11】 図1に示す蓄積特徴圧縮部5の動作を示すフローチャートである。

【図12】 図1に示す参照特徴圧縮部6の動作を示すフローチャートである。

【図13】 図1に示す参照特徴圧縮部6の動作を示すフローチャートである。

【図14】 図1に示す参照特徴圧縮部6の動作を示すフローチャートである。

【図15】 図1に示す圧縮特徴間距離計算部7の動作を示すフローチャートである。

【図16】 図1に示す信号検出判定部8の動作を示すフローチャートである。

【図17】 図2に示すスキップ幅計算部9の動作を示すフローチャートである。

【図18】 図3に示す距離再計算部13の動作を示すフローチャートである。

【図19】 図3に示す信号検出再判定部14の動作を示すフローチャートである。

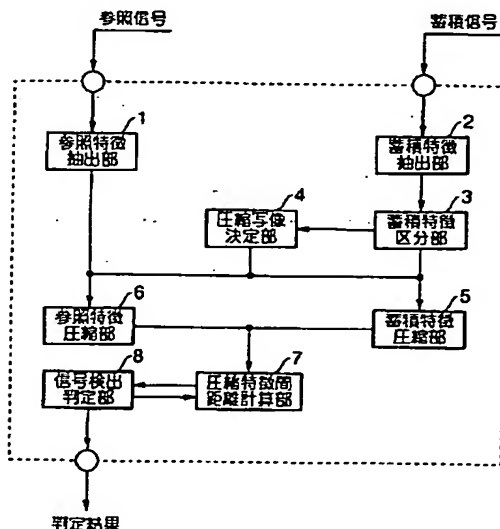
【図20】 信号検索の実験結果を示す説明図である。

【図21】 信号検索の実験結果を示す説明図である。

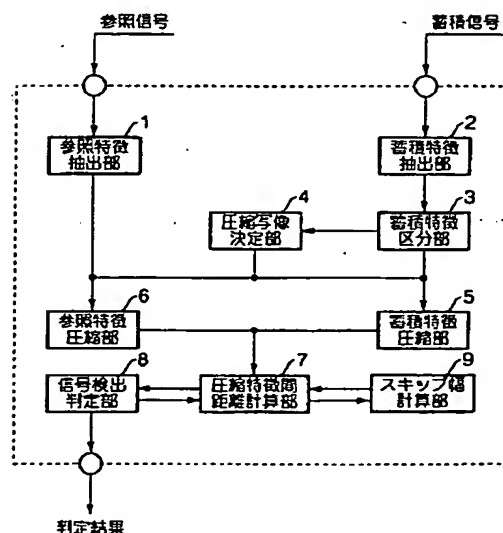
【符号の説明】

- 1・・・参照特徴抽出部
- 2・・・蓄積特徴抽出部
- 3・・・蓄積特徴区分部
- 4・・・圧縮写像決定部
- 5・・・蓄積特徴圧縮部
- 6・・・参照特徴圧縮部
- 7・・・圧縮特徴間距離計算部
- 8・・・信号検出判定部
- 9・・・スキップ幅計算部
- 13・・・距離再計算部
- 14・・・信号検出再判定部

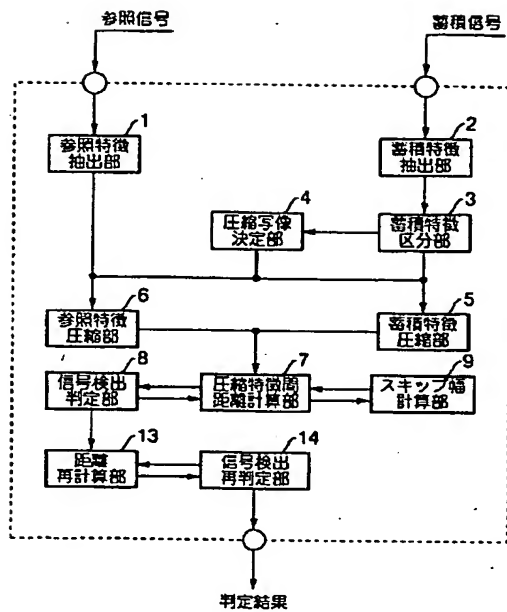
【図1】



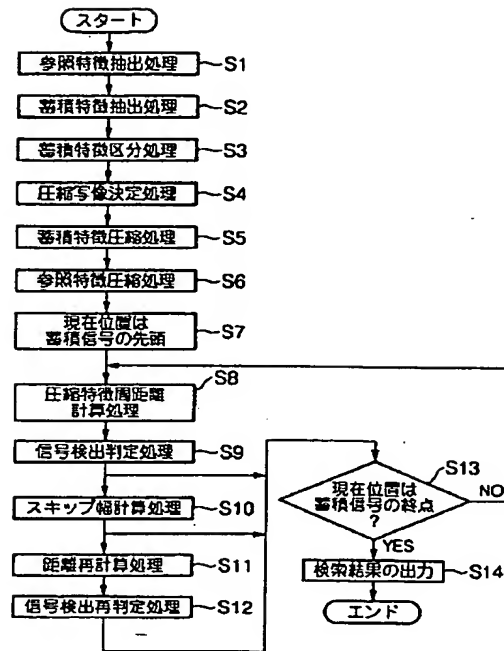
【図2】



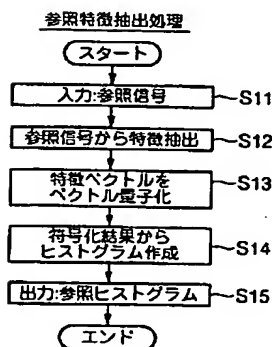
【図3】



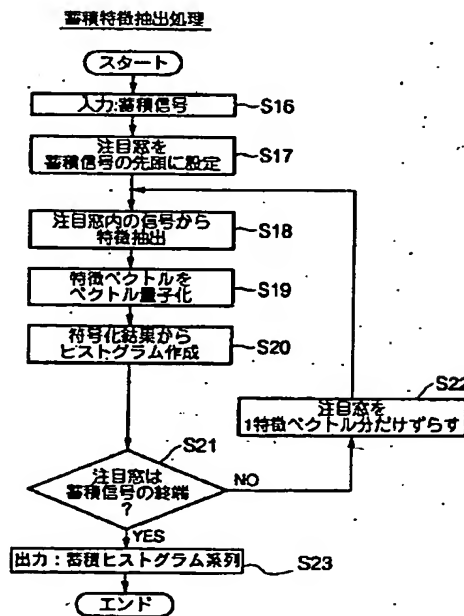
【図4】



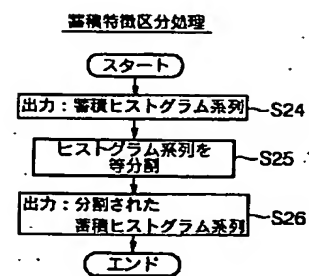
【図5】



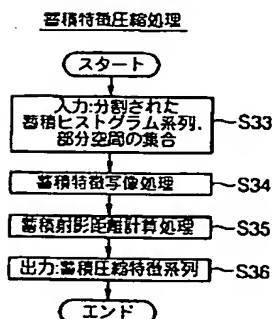
【図6】



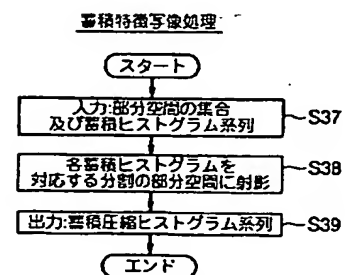
【図7】



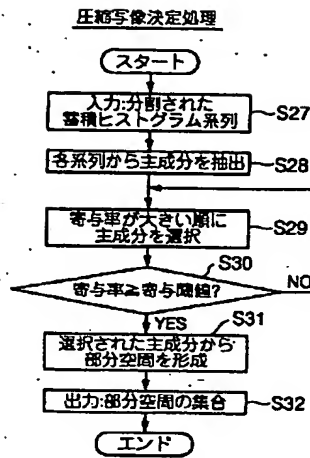
【図9】



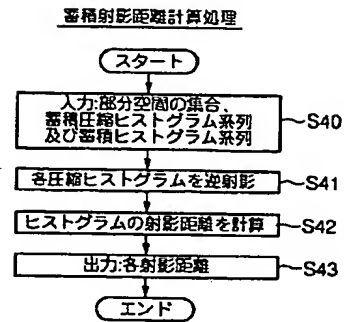
【図10】



【図8】

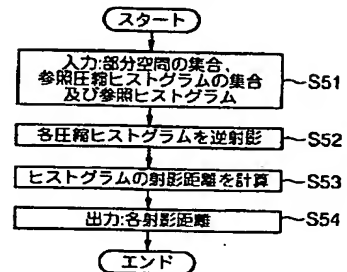


【図11】



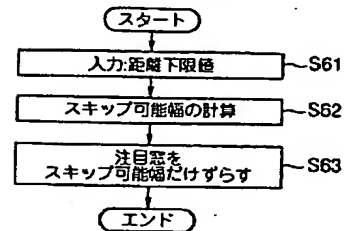
【図14】

参照射影距離計算処理



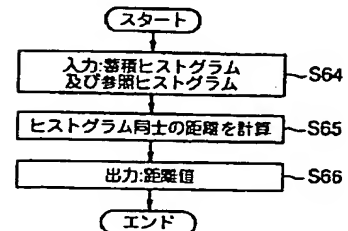
【図17】

スキップ幅計算処理



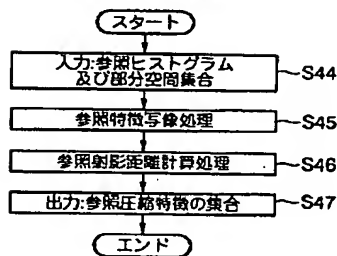
【図18】

距離再計算処理



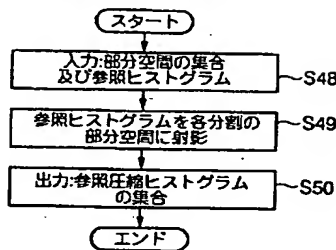
【図12】

参照特徴圧縮処理



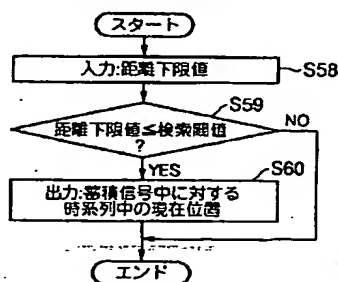
【図13】

参照特徴圧縮処理



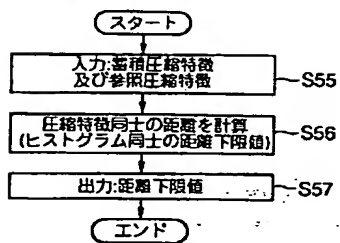
【図16】

信号検出判定処理



【図15】

圧縮特徴間距離計算処理

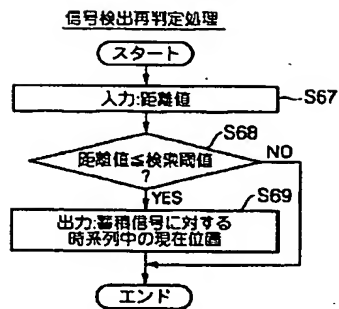


【図20】

24時間分の映像信号に対する実験結果

	検索時間 (ミリ秒)	照合回数 (回)
公知の方法	165.1	19443
射影距離を用いない方法	95.2	29876
本発明の方法	84.1	22721

【図19】



【図21】

24時間分の音響信号に対する実験結果

	検索時間 (ミリ秒)	照合回数 (回)
公知の方法	1774	143765
射影距離を用いない方法	679	568190
本発明の方法	250	241739

フロントページの続き

(72)発明者 黒住 隆行
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 村瀬 洋
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5C052 AA01 AC08 DD04 DD06

5C053 FA14 HA29 JA05

5D015 HH04

5L096 FA00 GA17 JA11